



DE 04 / 01316

REC'D 12 AUG 2004

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 59 216.4

Anmeldetag: 17. Dezember 2003

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart/DE

Bezeichnung: An das Wankverhalten eines Fahrzeugs
angepasstes Fahrdynamikregelungssystem

Priorität: 11. Juli 2003 DE 103 31 579.9

IPC: B 62 D, B 60 G, B 60 T

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 25. Mai 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wallner

BEST AVAILABLE COPY

5 02.12.2003

ROBERT BOSCH GMBH; 70442 Stuttgart

Beschreibung

10

An das Wankverhalten eines Fahrzeugs angepasstes
Fahrdynamikregelungssystem

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Stabilisieren eines Fahrzeugs in einer kippkritischen Situation gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, sowie ein Fahrdynamikregelungssystem zur Kippstabilisierung eines Fahrzeugs gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 9.

20

Fahrzeuge mit hohem Schwerpunkt, wie z.B. Minivans, SUVs (Sport Utility Vehicles) oder Transporter, neigen insbesondere bei Kurvenfahrten mit zu hoher Querbewegung zum Kippen um die Längsachse. Bei solchen Fahrzeugen werden daher häufig Kippstabilisierungssysteme, wie z.B. ROP

25

(Roll-Over-Prevention) oder ROM (Roll-Over-Mitigation) eingesetzt, die das Fahrzeug in fahrdynamisch kritischen Situationen stabilisieren und die Kippbewegung des Fahrzeugs um die Längsachse verringern. Ein aus dem Stand der Technik bekanntes Fahrdynamikregelungssystem mit ROP-Funktion ist beispielhaft in Fig. 1 dargestellt.

35

Fig. 1 zeigt eine stark vereinfachte schematische Blockdarstellung eines bekannten ROP-Systems, das im wesentlichen ein Steuergerät 1 mit einem ROP-Regelalgorithmus, eine Sensorik 2 zum Erkennen eines kippkritischen Fahrzustands und einen Aktuator 3 zum Durchführen eines Stabilisierungseingriffs umfasst. Erkennt das Steuergerät 1 aufgrund der Sensorsignale eine kippkritische Situation, wird z.B. mittels einer Bremsbetätigung am kurvenäußeren Vorderrad in den Fahrbetrieb eingegriffen. Andere Systeme greifen auch mittels eines

40

5 anderen Aktuators, wie z.B. eines aktiven Feder/Dämpfer-
Systems (Normalkraftverteilungssystem) oder eines aktiven
Lenksystems in den Fahrbetrieb ein.

Bei bekannten Kippstabilisierungssystemen wird eine
10 kippkritische Situation üblicherweise dadurch erkannt, dass
eine die Querdynamik des Fahrzeugs beschreibende Größe (die
im Folgenden als Indikatorgröße S bezeichnet wird) ermittelt
und schwellenwertüberwacht wird. D.h. die Indikatorgröße wird
mit einem charakteristischen Schwellenwert verglichen und bei
15 Überschreiten der Schwelle ein Stabilisierungseingriff
durchgeführt. Die Indikatorgröße bestimmt üblicherweise auch
die Stärke des Stabilisierungseingriffs.

Die Indikatorgröße ist in der Regel eine Funktion der
20 Quereschleunigung a_y , der zeitlichen Änderung der
Quereschleunigung da_y/dt des Fahrzeugs und gegebenenfalls
weiterer Einflussgrößen P .

Fig. 2 zeigt die verschiedenen Eingangsgrößen, die in die
25 Berechnung der Indikatorgröße S einfließen. Wie zu erkennen
ist, werden die Eingangsgrößen a_y , da_y/dt , P gemäß einer
Funktion 4 verknüpft und daraus die Indikatorgröße S
berechnet. Die so gewonnene Indikatorgröße S wird schließlich
dem Regelalgorithmus 5 zugeführt. Die Freigabe bzw. das
Deaktivieren des Kippstabilisierungsalgorithmus 5 ist somit
an die Höhe der Quereschleunigung bzw. deren Gradienten
geknüpft.

Das Kippverhalten eines Fahrzeugs ist neben den konstruktiven
35 Eigenschaften des Fahrzeugs im wesentlichen von der Beladung
abhängig. Darüber hinaus können sich auch konstruktive
Merkmale, wie z.B. die Federung, altersbedingt verändern und
somit auf die Kippneigung des Fahrzeugs auswirken. Derartige
Einflüsse werden bei der in Fig. 1 dargestellten
40 Fahrdynamikregelung mit Kippstabilisierungsfunktion ROM bzw.
ROP nicht berücksichtigt.

5

Bekannte Kippstabilisierungsfunktionen ROP bzw. ROM sind daher insbesondere für SUVs oder Kleintransporter häufig sehr empfindlich, d.h. auf hohe Beladungszustände und weiche Federung abgestimmt. Ein Stabilisierungseingriff wird daher schon bei sehr niedrigen Querschleunigungswerten ausgelöst. Dies hat den Nachteil, dass bei normaler oder geringer Beladung die Kippstabilisierungseingriffe zu früh und zu heftig stattfinden.

10

15

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Kippstabilisierungsverfahren für Fahrzeuge, sowie ein entsprechendes Fahrdynamikregelungssystem zu schaffen, mit dem das Wankverhalten des Fahrzeugs einfach und zuverlässig gelernt und somit eine unterschiedliche Beladung oder ein unterschiedlicher technischer Zustand des Fahrzeugs im Rahmen einer Kippstabilisierung berücksichtigt werden kann.

20

Gelöst wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung durch die im Patentanspruch 1 sowie im Patentanspruch 8 angegebenen Merkmale. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

25

Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung besteht darin, aus einer das Lenkverhalten beschreibenden Größe (z.B. dem Lenkwinkel oder der Lenkgeschwindigkeit) und einer das Wankverhalten beschreibenden Größe (z.B. der Rollrate oder dem Einfederweg) eine Information über die Kippneigung (im folgenden nur „Kippneigung“) eines Fahrzeugs abzuschätzen, und das Kippstabilisierungssystem an die so ermittelte Kippneigung anzupassen. Die Kippneigung des Fahrzeugs wird vorzugsweise nach jedem Start (Zündung ein) des Fahrzeugs im Laufe des Fahrbetriebs neu gelernt und bei der Kippstabilisierung berücksichtigt.

35

40

Die Auswertung des Zusammenhangs zwischen der das Lenkverhalten beschreibenden Größe (im Folgenden als

5 Lenkgröße bezeichnet) und der das Wankverhalten
beschreibenden Größe (im Folgenden als Wankgröße bezeichnet)
hat den Vorteil, dass die Kippneigung (bzw. Wankstabilität)
des Fahrzeugs besonders zuverlässig geschätzt werden kann und
somit unterschiedliche Beladungszustände oder ein veränderter
10 technischer Zustand bei der Fahrdynamikregelung
berücksichtigt werden kann.

Die ermittelte Kippneigung kann z.B. unmittelbar in die
Berechnung der Indikatorgröße S einfließen und somit den
15 Auslösezeitpunkt bzw. Deaktivierungszeitpunkt des
Stabilisierungseingriffs beeinflussen.

Wahlweise kann die Information über die Kippneigung auch in
den Kippstabilisierungsalgorithmus einfließen und eine
20 charakteristische Eigenschaft oder Größe des Algorithmus, wie
z.B. eine Anregelschwelle, eine Regelabweichung, z.B. für
einen Radschlupf, oder eine Stellgröße, wie z.B. das
Bremsmoment oder das Motormoment, beeinflussen. Die genannten
charakteristischen Eigenschaften bzw. Größen sind somit eine
25 Funktion der Kippneigung. Bei hoher Kippneigung, d.h. hohem
Schwerpunkt oder schlechter Federung, kann somit ein
Stabilisierungseingriff früher eingeleitet oder mit stärkerem
Ausmaß durchgeführt werden als bei geringer Kippneigung.

Zur Bestimmung der Kippneigung des Fahrzeugs kann sowohl der
statische als auch der dynamische Zusammenhang zwischen einer
Lenk- und einer Wankgröße ausgewertet werden. Vorzugsweise
werden wenigstens dynamische Fahrsituationen, wie z.B.
dynamische Kurvenfahrten, bzgl. der Kippneigung ausgewertet
35 und somit im Laufe der Fahrt die tatsächliche Kippneigung des
Fahrzeugs immer genauer bestimmt.

Bei der Lenkgröße handelt es sich insbesondere um den
(gemessenen) Lenkwinkel oder eine daraus abgeleiteten Größe,
40 wie z.B. der Lenkgeschwindigkeit. Die Wankgröße umfasst z.B.
die Radaufstandskräfte, den Einfederweg für einzelne Räder,

- 5 die Vertikalbeschleunigung oder den Wankwinkel, oder daraus abgeleitete Größen, wie z.B. die Änderung der Einfederwege oder die Rollrate (Änderung des Wankwinkels).

10 In einer stationären Fahrsituation wird vorzugsweise der Zusammenhang zwischen dem Lenkwinkel und einer statischen Wankgröße, wie z.B. dem Einfederweg einzelner Räder ausgewertet und daraus eine Kippneigung geschätzt.

15 In einer dynamischen Fahrsituation wird z.B. der Zusammenhang zwischen der Lenkgeschwindigkeit und einer dynamischen Wankgröße, wie z.B. der Rollrate, ausgewertet.

20 Neben der rein statischen oder dynamischen Betrachtung kann auch die dynamische Änderung einer Wankgröße in einer stationären Fahrsituation ausgewertet werden. In einer stationären Kurvenfahrt z.B. zeigt ein Fahrzeug je nach Beladungszustand bzw. Zustand der Federung ein unterschiedliches Schwingungsverhalten um die Längsachse. Die Kippneigung bzw. Wankstabilität des Fahrzeugs kann somit auch
25 durch Auswertung der Amplitude und/oder Frequenz der Schwingung einer Wankgröße über die Zeit geschätzt werden.

Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird aus der Lenk- und der Wankgröße mittels Fuzzy-Logik ein Kippindikator ermittelt, der die Kippneigung des Fahrzeugs anzeigt.

Der Kippindikator kann zusätzlich mit einer Bewertungsfunktion gewichtet werden, die die Qualität des Lernvorgangs
35 berücksichtigt und somit ein Maß für die Zuverlässigkeit des berechneten Kippindikators ist. Die Bewertungsfunktion bewertet dabei vorzugsweise die Anzahl der Lernvorgänge und/oder deren Zeitdauer während einer Fahrt. Dadurch wird insbesondere sichergestellt, dass die Kippneigung unter
40 schwierigen Schätzbedingungen nicht fälschlich zu gering geschätzt wird.

5

Die Schätzung der Kippneigung wird vorzugsweise nur in vorgegebenen Fahrsituationen durchgeführt, die z.B. bezüglich des Lenkwinkels, der Querbesehleunigung oder einer anderen die Querdynamik eines Fahrzeugs beschreibenden Größe

10 bestimmte vorgegebene Bedingungen erfüllen. Damit wird sichergestellt, dass das Ergebnis der Schätzung möglichst zuverlässig ist.

15

Nach einem Neustart des Fahrzeugs ist die Kippneigung bzw. der Kippindikator vorzugsweise auf einen Wert initialisiert, der eine hohe Kippneigung des Fahrzeugs repräsentiert und somit ein frühes und eher starkes Eingreifen des Kippstabilisierungsalgorithmus bewirkt. Erst mit zunehmender Fahrdauer und somit nach einigen Lernphasen stellt sich ein

20 Kippindikator ein, der den tatsächlichen Beladungszustand repräsentiert.

25

Werden innerhalb einer oder mehrerer Lernphasen (Fahrsituationen) stark unterschiedliche Kippindikatoren ermittelt, wird vorzugsweise derjenige ausgewählt und der Fahrzeugstabilisierung zugrunde gelegt, der die höchste Kippneigung repräsentiert.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Blockdarstellung eines bekannten Kippstabilisierungssystems;

35

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Bildung einer Indikatorgröße S eines Kippstabilisierungsalgorithmus;

Fig. 3 eine Blockdarstellung eines Kippstabilisierungssystems gemäss einer Ausführungsform der Erfindung; und

40

5 Fig. 4 eine Blockdarstellung zur Darstellung der Erzeugung eines Kippindikators K1.

Bezüglich der Erläuterung der Fig. 1 und 2 wird auf die Beschreibungseinleitung verwiesen.

10

Fig. 3 zeigt eine schematische Blockdarstellung eines Kippstabilisierungssystems. Das System umfasst ein Steuergerät 1 mit einem Kippstabilisierungsalgorithmus ROM (Roll Over Mitigation), eine Sensorik 2,6 zum Erfassen von Fahrzustandsgrößen, und Aktuatoren 9,10, mit denen Stabilisierungseingriffe umgesetzt werden. Die Blocks 4,7,8 sind in Software realisiert und dienen der Verarbeitung der Sensorsignale (Block 7), der Schätzung der Kippneigung bzw. Wankstabilität des Fahrzeugs (Block 8) und der Erzeugung einer Indikatorgröße S (Block 4).

15

20

Zur Bestimmung einer kippkritischen Fahrsituation bedient sich das Kippstabilisierungssystem der bereits vorhandenen ESP-Sensorik 2. Diese umfasst insbesondere Raddrehzahlsensoren, einen Lenkwinkelsensor, einen Querschleunigungssensor, etc.. Die Sensorsignale werden in Block 7 weiter verarbeitet und dabei insbesondere entstört und gefiltert. Vorzugsweise wird auch eine Plausibilitätsüberwachung der Sensorsignale durchgeführt.

25

Ausgewählte Signale, nämlich die Querschleunigung a_y , deren Gradient da_y/dt und gegebenenfalls weitere Einflussgrößen P fließen in den Block 4. Darin wird, wie vorstehend bzgl. Fig. 2 beschrieben wurde, eine Indikatorgröße S berechnet, mit der die Freigabe bzw. Deaktivierung von Stabilisierungsmaßnahmen gesteuert wird. Die Indikatorgröße bestimmt dabei auch die Stärke des Stabilisierungseingriffs.

35

Neben der ESP-Sensorik 2 kann das Kippstabilisierungssystem eine zusätzliche Sensorik 6 zur Messung einer Wankgröße umfassen. Die Sensorik 6 kann somit z.B. einen Sensor zur

40

5 Messung der Radaufstandskräfte, der Einfederwege, der Vertikalbeschleunigung oder der Rollrate oder einer daraus abgeleiteten Größe, wie z.B. des jeweiligen Gradienten umfassen. Die Sensorsignale werden in Block 7 aufbereitet und dann der Fuzzy-Informationsverarbeitung 8 zugeführt. Der
10 Block 8 erhält als Eingangsgrößen wenigstens eine Lenk- und eine Wankgröße.

Bei der Lenkgröße handelt es sich insbesondere um den (gemessenen) Lenkwinkel L_w oder eine daraus abgeleitete
15 Größe, wie z.B. die Lenkgeschwindigkeit dL_w/dt . Die Wankgröße W umfasst z.B. die Radaufstandskräfte, einen Einfederweg, die Vertikalbeschleunigung oder den Wankwinkel, oder daraus abgeleitete Größen, wie z.B. die Änderung des Einfederwegs oder die Rollrate (Änderung des Wankwinkels).
20

Die Fuzzy-Informationsverarbeitung 8 ist in der Lage, sowohl einen statischen als auch einen dynamischen Zusammenhang zwischen einer Lenk- und einer Wankgröße W auszuwerten und daraus einen Kippindikator K_l zu ermitteln, der die
25 Kippneigung bzw. die Wankstabilität des Fahrzeugs anzeigt. Bei einer stationären Betrachtung einer Fahrsituation wird z.B. der Zusammenhang zwischen dem Lenkwinkel und einer statischen Wankgröße W , wie z.B. dem Einfederweg ausgewertet und daraus eine Kippneigung geschätzt. Bei einer dynamischen Betrachtung wird z.B. der Zusammenhang zwischen der Lenkgeschwindigkeit und einer dynamischen Wankgröße W , wie z.B. der Rollrate, ausgewertet.

Der Block 8 umfasst eine Fuzzy-Informationsverarbeitung, mit
35 der der Zusammenhang zwischen Lenk- und Wankgröße abgebildet und aus der Verknüpfung der einzelnen Größen die Kippneigung bzw. Wankstabilität des Fahrzeugs geschätzt wird. Im Rahmen der Fuzzy-Schätzung innerhalb von Block 8 werden auf den Basismengen einer Lenkgröße L_w und einer Wankgröße W jeweils
40 eine endliche Menge von linguistischen Werten definiert, denen Fuzzy-Mengen zugeordnet sind. Gemeinsam mit der

5 Regelbasis, die den Zusammenhang zwischen einzelnen linguistischen Werten der Lenkgröße und der Wankgröße modelliert, repräsentieren sie das Expertenwissen über den Zusammenhang zwischen Fahrervorgabe und Wankdynamik abhängig von der Schwerpunkthöhe.

10

Mit Hilfe der aus der Fuzzy-Logik bekannten Verarbeitungsschritte „Fuzzyfizierung“ und „Inferenz“ werden die Lenk- und die Wankgröße auf die linguistische Variable "Veränderung der Schwerpunkthöhe" abgebildet. Die Basismenge dieser Variablen

15

besteht z.B. aus den linguistischen Werten (gegenüber Normalbeladung) "unverändert", "leicht erhöht" und "stark erhöht". Durch Defuzzyfizierung erhält man schließlich den Kippindikator K_1 , z.B. im Intervall $[0...1]$, der ein Maß für die aktuelle Kippneigung des Fahrzeugs ist. Der Kippindikator

20

K_1 kann z.B. Werte zwischen 0: Schwerpunkthöhe unverändert, d.h. normale Kippneigung, und 1: Schwerpunkthöhe stark erhöht, d.h. hohe Kippneigung, annehmen. Anstelle der Abbildung der Kippneigung auf eine kontinuierliche Grundmenge ist auch die Einordnung in mehrere diskrete Klassen denkbar

25

("Fuzzy-Klassifizierung").

Neben der rein statischen oder dynamischen Betrachtung kann zusätzlich z.B. die dynamische Änderung einer Wankgröße W in einer stationären Fahrsituation ausgewertet werden. In einer stationären Kurvenfahrt zeigt ein Fahrzeug je nach Beladungszustand bzw. Zustand der Federung ein unterschiedliches Schwingungsverhalten um die Längsachse. Die Kippneigung bzw. Wankstabilität des Fahrzeugs kann somit auch durch Auswertung der Amplitude und/oder Frequenz der

35 Schwingung einer Wankgröße bei festem Lenkwinkel geschätzt werden.

35

Der resultierende Kippindikator K_1 wird nun dazu genutzt, charakteristische Eigenschaften oder Größen des

40 Kippstabilisierungsalgorithmus 5 zu verändern oder die Stärke eines Stabilisierungseingriffs entsprechend der Kippneigung

40

- 5 zu modifizieren. Hierzu kann z.B. die Anregelschwelle des Algorithmus, die zulässige Regelabweichung einer Regelgröße, wie z.B. eines Radschlupfs, oder eine intern berechnete Stellgröße verändert werden.
- 10 Wahlweise kann auch die Indikatorgröße S in Abhängigkeit von der Kippneigung berechnet werden. Zusätzlich kann dem Fahrer eine erhöhte Kippneigung und damit eine erhöhte Kippgefahr auch angezeigt werden, wie z.B. mittels einer Signallampe im Kombiinstrument.
- 15 Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform eines Algorithmus zur Schätzung des Kippindikators K1 mittels Fuzzy-
Informationsverarbeitung 8. Das Schätzverfahren wird nur in vorgegebenen günstigen Fahrsituationen, d.h. solchen
20 Situationen, die eine hohe Aussagekraft für die Schätzung haben, durchgeführt. Zu diesem Zweck werden dem Fuzzy-Algorithmus 8 vorgegebene Fahrdynamikgrößen G zugeführt anhand derer die Fahrsituation bewertet werden kann. Erfüllen die Fahrdynamikgrößen G, wie z.B. eine Querschleunigung
25 oder eine Lenkgeschwindigkeit wenigstens eine vorgegebene Bedingung, wird der Fuzzy-Algorithmus 8 aktiviert bzw. deaktiviert.
- Darüber hinaus wird eine Vertrauensvariable V erzeugt, die die Qualität der Schätzung und somit die Zuverlässigkeit des Kippindikators 2 bewertet. Die Vertrauensvariable V kann z.B. die Anzahl der Lernvorgänge und/oder der Zeitdauer während einer Fahrt berücksichtigen.
- 35 Der von der Fuzzy-Informationsverarbeitung 8 erzeugte Kippindikator K2 und die Vertrauensvariable V werden dann mittels eines Kennfelds 11 miteinander verknüpft. Durch die Verknüpfung werden qualitativ betrachtet bei kleinen Werten der Vertrauensvariablen V (z.B. $V=0$) hohe Werte für den
40 resultierenden Kippindikator K3 (d.h. hohe Kippgefahr) und bei hohen Werten der Vertrauensvariable V (z.B. $V=1$) ein

- 5 Kippindikator mit $K3=K2$ erzeugt. Je nach Qualität der Schätzung wird der von der Fuzzy-Informationsverarbeitung 8 ermittelte Kippindikator $K2$ also entweder beibehalten, d.h. $K3=K2$, oder in Richtung kritischerer Werte erhöht.
- 10 Der Kippindikator $K3$ wird schließlich einer Initialisierungs- und Filtereinheit 12 zugeführt. Die Einheit 12 ist derart eingerichtet, dass sie nach jedem Neustart des Fahrzeugs einen Startwert für den Kippindikator $K1$ ausgibt, der sicherheitshalber einen relativ hohen Wert, wie z.B. $K1=1$,
15 hat. Dieser Wert bewirkt somit eine empfindliche Einstellung des Stabilisierungsalgorithmus 5. Während der Fahrt reduziert sich der Kippindikator $K1$ dann gegebenenfalls.
- 20 Die Einheit 12 dient ferner dazu, die während einer Fahrt bestimmten Schätzwerte $K3$ zu filtern und den resultierenden Wert $K1$ der Kippstabilisierung zugrunde zu legen. Die Filterung wird vorzugsweise als Maximumbildung aller Schätzwerte $K3$ über der Zeit oder als gleitender Mittelwert
25 über eine bestimmte Anzahl von Schätzwerten ausgeführt.
- Die Einheit 12 ist ferner derart eingerichtet, dass bei längeren Fahrten ohne ausreichende Lernphasen, wie z.B. Autobahnfahrten ohne Kurven, der Kippindikator $K1$ auf einen Wert erhöht wird, der eine höhere Kippneigung repräsentiert und somit zu einem empfindlicheren Anregeln des Stabilisierungsalgorithmus 5 führt. Die Einheit 12 wird
ebenfalls in Abhängigkeit von vorgegebenen Fahrdynamikgrößen G aktiviert bzw. deaktiviert.
- 35 Die vorstehend beschriebene Anordnung ermöglicht eine besonders genaue und zuverlässige Schätzung der Kippneigung eines Fahrzeugs sowohl durch eine statische als auch eine dynamische Betrachtung des Zusammenhangs zwischen einer Lenk- und einer Wankgröße.

5 02.12.2003

ROBERT BOSCH GMBH; 70442 Stuttgart

Bezugszeichenliste

10

1	Steuergerät
2	ESP-Sensorik
3	Aktuatorik
4	Funktion zur Bildung einer Indikatorgröße
5	Kippstabilisierungsalgorithmus
6	Wankgrößen-Sensorik
7	Signalverarbeitung und -überwachung
8	Fuzzy-Informationsverarbeitung
9	Bremssystem
10	Motormanagement
11	Kennfeld
12	Initialisierungs- und Filtereinheit
ay	Querb beschleunigung
day/dt	Änderung der Querb beschleunigung
25 P	Einflussgrößen
Lw	Lenkgröße
W	Wankgröße
K1, K2, K3	Kippindikatoren
S	Indikatorgröße

5 02.12.2003

ROBERT BOSCH GMBH; 70442 Stuttgart

Patentansprüche

10

1. Verfahren zur Kippstabilisierung eines Fahrzeugs in kritischen Fahrsituationen, bei dem verschiedene Fahrzustandsgrößen ($a_y, \dot{a}_y/dt, P$) mittels einer Sensorik (2,6) erfasst werden und ein Kippstabilisierungsalgorithmus (4,5) in einer kippkritischen Situation mittels eines Aktuators (3,9,10) in den Fahrbetrieb eingreift, um das Fahrzeug zu stabilisieren, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem Zusammenhang zwischen einer Lenkgröße (L_w) und einer Wankgröße (W) eine Information über die Kippneigung (K_l) des Fahrzeugs geschätzt wird, die im Rahmen einer Kippstabilisierung berücksichtigt wird.

15

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Indikatorgröße (S), mittels der ein Stabilisierungseingriff freigegeben oder deaktiviert wird, oder eine charakteristische Eigenschaft oder Größe des Kippstabilisierungsalgorithmus (4,5) in Abhängigkeit von der Kippneigung (K_l) ermittelt wird.

25

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lenkgröße einen Lenkwinkel (L_w) oder eine Lenkgeschwindigkeit (dL_w/dt) umfasst.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wankgröße (W), die Radaufstandskräfte, den Einfederweg, die Vertikalbeschleunigung oder den Wankwinkel, oder daraus abgeleitete Größen, wie z.B. die Rollrate, umfasst.

35

5. Nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Anregelschwelle des Kippstabilisierungsalgorithmus (4,5), eine Regelabweichung

40

- 5 oder eine Stellgröße des Algorithmus (5) in Abhängigkeit von der Kippneigung (K1) verändert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus der Lenkgröße (Lw) und der Wankgröße (W) ein
- 10 Kippindikator (K1) ermittelt wird, der die Kippneigung des Fahrzeugs anzeigt.
7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Kippindikator (K1) mittels Fuzzy-Informationsverarbeitung
- 15 (8) ermittelt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Kippindikator (K3) mit einer Bewertungsfunktion (V) bewertet wird, die die Qualität der Schätzung des
- 20 Kippindikators (K3) angibt.
9. Fahrdynamikregelungssystem zur Kippstabilisierung eines Fahrzeugs in kritischen Fahrsituationen, umfassend ein Steuergerät (1) in dem ein Kippstabilisierungsalgorithmus
- 25 (4,5) hinterlegt ist, eine Sensorik (2) zum Erfassen aktueller Ist-Werte ($a_y, \dot{a}_y/dt, P$) der Regelung und einen Aktuator (3) zum Durchführen eines Stabilisierungseingriffs, dadurch gekennzeichnet, dass eine Sensorik (6) zum Ermitteln einer Wankgröße (W) und eine Sensorik (2) zum Bestimmen einer Lenkgröße (Lw), sowie eine Einrichtung (8) vorgesehen ist, die aus der Lenk- und der Wankgröße (W) eine Kippneigung (K1) des Fahrzeugs geschätzt, die im Rahmen einer Kippstabilisierung berücksichtigt wird.
- 35 10. Fahrdynamikregelungssystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (1) eine Indikatorgröße (S), mittels der ein Stabilisierungseingriff freigegeben oder deaktiviert wird, oder eine charakteristische Eigenschaft oder Größe des Kippstabilisierungsalgorithmus (4,5) in
- 40 Abhängigkeit von der Kippneigung (K1) ermittelt.

- 5 11. Fahrdynamikregelungssystem nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorik (6) zum Ermitteln einer Wankgröße (W) eine Rollratensensor umfasst.

5 02.12.2003

ROBERT BOSCH GMBH; 70442 Stuttgart

Zusammenfassung

10

An das Wankverhalten eines Fahrzeugs angepasstes
Fahrdynamikregelungssystem

15

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zum Stabilisieren eines Fahrzeugs in einer kippkritischen Situation, bei dem verschiedene Reglereingangsgrößen ($a_y, \dot{a}_y/dt, P$) mittels einer Sensorik (2,6) erfasst werden und ein Kippstabilisierungsalgorithmus (4,5) mittels eines Aktuators (3,9,10) in den Fahrbetrieb eingreift, um das Fahrzeug zu stabilisieren. Um unterschiedliche Beladungszustände des Fahrzeugs berücksichtigen zu können, wird aus dem Zusammenhang zwischen einer das Lenkverhalten des Fahrzeugs beschreibenden Größe (L_w) und einer das Wankverhalten des Fahrzeugs beschreibenden Größe (W) eine Kippneigung (K_l) des Fahrzeugs geschätzt und diese bei der Kippstabilisierung berücksichtigt.

20

25

Fig. 3

1 / 2

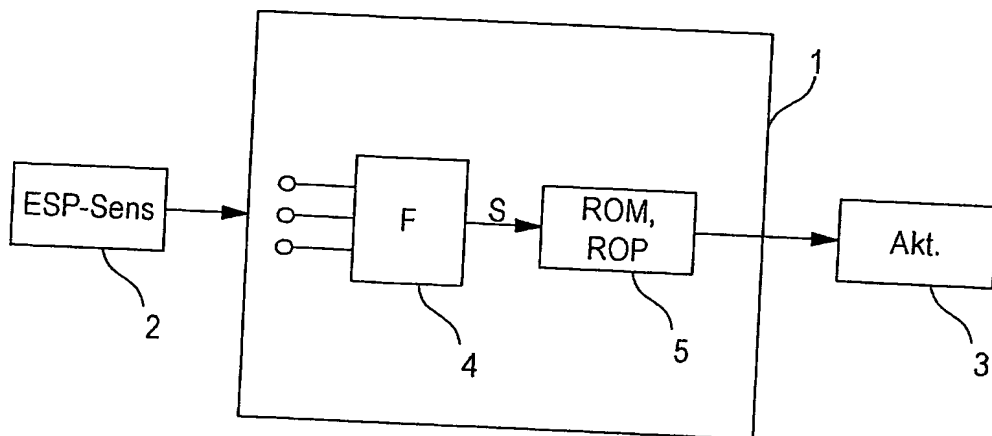


Fig. 1

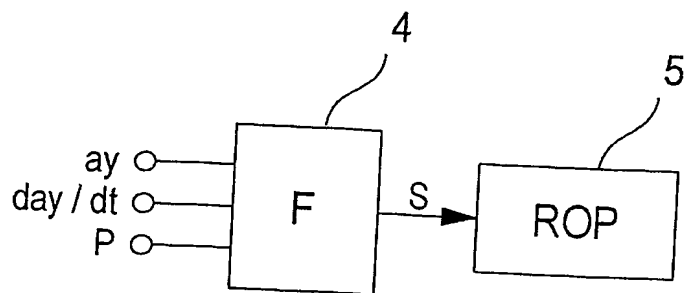


Fig. 2

2 / 2

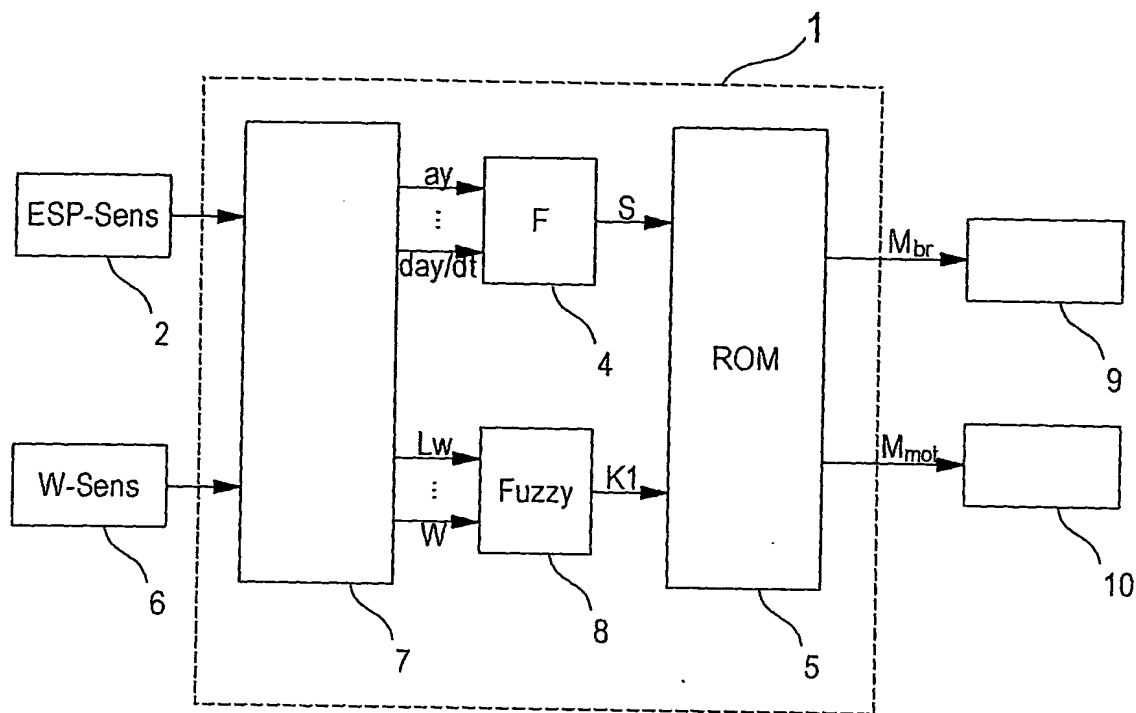


Fig. 3

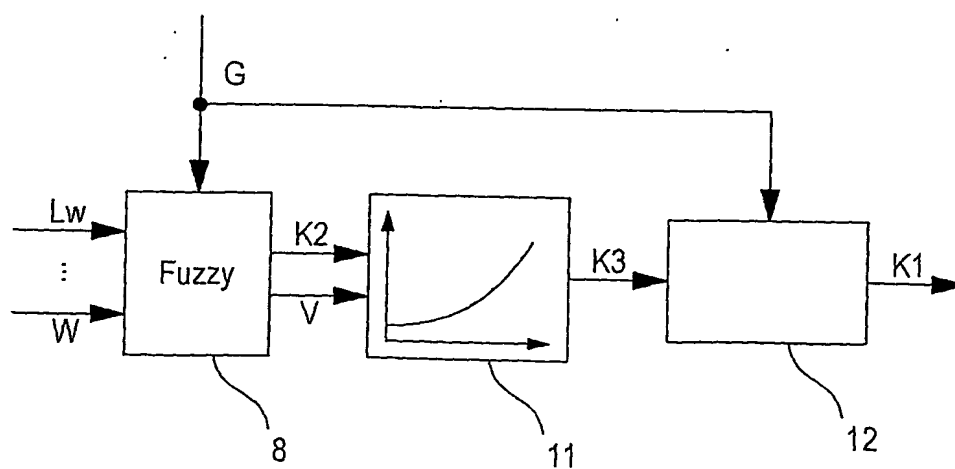


Fig. 4

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images problems checked, please do not report the problems to the IFW Image Problem Mailbox